

明 細 書

光学用材料、光学電子部品及び光学電子装置

技術分野

- [0001] この発明は、光学用材料、光学電子部品及び光学電子装置に関し、特に、複屈折量を減少させた光学用材料、光学電子部品及び光学電子装置に関する。

背景技術

- [0002] 光学系用の光学材料としては、ガラス、プラスチック、合成石英、フッ化カルシウム等が知られている。

ガラスやプラスチック等は屈折率が小さい。例えば、ガラスを用いたレンズでは屈折率が1.5程度であり(例えば、特許文献1参照。)、同じ焦点距離のレンズを得ようとすると、レンズの曲率半径を小さくしなければならず、これらの材料を使用した場合には、レンズの厚さが厚くなることとなり、小型化及び薄型化することは困難であった。

また、光学用材料としてのガラスにあつては、屈折率が1.7〜2.0となる材料も開発されてはいるが、高屈折率になるほど着色が生じ、可視光領域における短波長領域(青から緑色の波長に相当)での透過率が低下する傾向があるという問題がある。

一方、プラスチックレンズにあつては、安価で複雑な形状を容易に成形することができるが、温度・湿度等の環境変化の影響で体積が大きく変化するため、屈折率が変動しやすく、焦点距離が変動するという問題がある(例えば、非特許文献1参照。)

- [0003] 上記材料とは別に、波長変換、光回折、位相共役鏡などの光学素子用の光学材料としてのニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムの単結晶が知られている。これらの光学用材料は、屈折率が2.0以上であり、小型化、薄型化の可能性を秘めている。しかし、これらの単結晶は一軸性結晶であり、常光線と異常光線の屈折率が異なるため、複屈折を生ずるという問題があり、その結果、ダブリングが生じ、レンズや光学系として用いることはできなかった。

- [0004] 複屈折を生じるタンタル酸リチウムを用いて、光磁気ディスクやDVD(Digital Versatile Disk)などの光ピックアップ用レンズが提案されているが(例えば、特許文献2参照。)、単結晶の結晶光学軸に対して光入射軸が(光入射方向)が0°以上(特

に、結晶光学軸が光入射軸にほぼ一致($\pm 1^\circ$ 以内)するか、約 45° ($\pm 1^\circ$ 以内の許容))の角度で設定されなければならない、そのため、非常に単分散な波長のみを発生させることができるレーザー光を用い、しかも、レンズの対象軸と結晶の光学軸を精密に一致させる必要があることから、一般的な撮像装置のように、結晶の光学軸に対して自然光(いろいろな波長をもった光の集合体)があらゆる方向(角度)から入射してくる場合には、適用することができなかった。

[0005] 特許文献1:特許第2859621号公報

特許文献2:特開平11-312331号公報

非特許文献1:図解レンズがわかる本、永田信一著、日本実業出版社、2003年 1月20日 初版第3刷発行、pp. 56-59

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 即ち、タンタル酸リチウムは屈折率が2.0以上であり、可視光領域で高い透過率を示す材料ではあるが、複屈折量が0.006程度あることから、あらゆる方向から入射する光に対しては、像が2重になり、レンズ及び光学系材料としては用いられることがなかった。

[0007] それゆえに、この発明の主たる目的は、環境変化の影響を受けず、可視光透過性が高く、複屈折量が ± 0.0005 の範囲内にある高屈折率光学用材料を提供し、これを用いた光学電子部品や、光学電子装置の提供を目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 請求項1に係る発明は、タンタル酸リチウムであって、該タンタル酸リチウムにおける酸化リチウムと酸化タンタルのモル組成比率($\text{Li}_2\text{O}/\text{Ta}_2\text{O}_5$)が0.975以上0.982以下であることを特徴とする、光学用材料である。

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の光学用材料で形成されたことを特徴とする、光学電子部品である。

請求項3に係る発明は、請求項1に記載の光学用材料で形成された光学電子部品を含むことを特徴とする、光学電子装置である。

発明の効果

[0009] この発明によれば、屈折率が高く可視光透過性が得られるタンタル酸リチウムであっても、複屈折量を ± 0.0005 の範囲内とすることができる。これにより、レンズとして用いた場合、同じ焦点距離をより大きな曲率半径で得ることができる。すなわち、レンズの薄型化が可能となる。

[0010] この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、以下の発明を実施するための最良の形態の説明から一層明らかとなろう。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]キュリー温度とモル組成比率の検量線図である。

[図2]屈折率とモル組成比率の関係図である。

[図3]各波長と直線透過率の関係図である。

[図4]本発明の光学用材料による平凸レンズの断面図である。

[図5]ガラスによる平凸レンズの断面図である。

[図6]凸レンズからなるリレーレンズ系の断面図である。

[図7]凸レンズと柱状レンズからなるリレーレンズ系の断面図である。

符号の説明

- [0012]
- 1 リレーレンズ
 - 2 凸レンズ
 - 3 ロッドリレーレンズ
 - 4 柱状レンズ

発明を実施するための最良の形態

[0013] この発明は、タンタル酸リチウムの単結晶を成長させる際に、酸化リチウムと酸化タンタルを特定の比率で結晶を成長させた場合に、複屈折量が減少することを見出したことからなされたものである。

[0014] 複屈折量とは、常光の屈折率と異常光の屈折率の差をいい、この差が大きいと、像は二重に見えることとなり、通常のレンズとして使用することは困難である。

一方、複屈折量が ± 0.0005 の範囲内であれば、常光の屈折率の誤差範囲内と

なることから、像が二重に見えることはない。

[0015] 酸化物単結晶たるタンタル酸リチウムにおいて、酸化リチウムと酸化タンタルのモル組成比率($\text{Li}_2\text{O}/\text{Ta}_2\text{O}_5$)が0.975以上であり、0.982以下である。

このモル組成比率が0.975未満、或は、0.982を超えれば所望の複屈折量を得ることができない場合がある。

[0016] 酸化リチウムと酸化タンタルのモル組成比率の測定において、モル組成比率を0.01の精度で定量することを、組成分析により求めることは、一般的に困難である。従って、酸化リチウムと酸化タンタルのモル組成比率に敏感な物性値であるキュリー温度を指標としてモル組成比率の測定を行なうことが望ましい。

しかし、キュリー温度の測定方法によっては、組成が異なることもあることから、本発明にいうモル組成比率とは、以下に記載する測定方法により求められた比率をいう。

[0017] キュリー温度の測定方法は、示差熱分析法による。

測定条件を下記する。

- ・測定温度範囲: 室温-800°C
- ・昇温速度: 20°C/min
- ・ガス: 空気 100ml/min
- ・測定容器: プラチナ製セル
- ・標準試料: プラチナ
- ・試料量: 130mg
- ・温度校正: インジウム(融点; 156.6°C)、スズ(融点; 231.97°C)、亜鉛(融点; 419.6°C)、アルミニウム(融点; 660.4°C)、金(融点; 1064.4°C)を用いて、標準融点と融点測定値から校正式を作成
- ・測定温度としての標準偏差値は1.0°C以内
- ・キュリー温度の変化1°Cあたり、 $\Delta(\text{Li}/\text{Ta})$ の検出量 $=6 \times 10^{-5}$

なお、キュリー温度とモル組成比率の検量線を図1に示す。

[0018] タンタル酸リチウムには、マグネシウム、亜鉛、スカンジウムのうち、少なくとも一元素を含んでいても良い。

酸化物単結晶からなる光学用材料が、光源(キセノン又はハロゲンランプ)に長期

的に照射された場合に色中心により着色が生ずる可能性があるため、これを防ぐ目的で添加することができる。これらの酸化物は、前記光源下において、実質的に吸収を示さないからである。

また、添加量としては、0.5モル%以上であり、10モル%以下である。0.5モル%以上とするのは、0.5モル%よりも小さい場合、上記材料を添加する効果が十分得られないからであり、10モル%以下とするのは固溶限界のためである。

[0019] 光学用材料から形成される光学電子部品としては、例えば、レンズ、光ピックアップ用レンズ、プリズム、インテグレートレンズ、ポリゴンミラー等が挙げられる。

[0020] また、光学電子部品から形成される光学電子装置としては、内視鏡、光磁気ディスク、DVD、液晶プロジェクタ、レーザープリンタ、ハンディスキャナー、デジタルカメラ等が挙げられる。

実施例

[0021] 以下において、本発明のさらに具体的な実施例につき説明するが、本発明は、これら実施例に限定されるものではない。

[0022] (実施例1)

市販の純度99.99%の Li_2CO_3 および Ta_2O_5 原料粉末を、 $\text{Li}_2\text{CO}_3:\text{Ta}_2\text{O}_5$ のモル比が0.55:0.45の割合となるようトータルで6500g秤量し、テフロン(登録商標)製容器に入れ乾式混合を行なった。混合後、大気中で1300℃、8時間仮焼し、原料を作製した。この仮焼原料は、軟質ウレタンゴム製のゴム型に充填し、 $1.96 \times 10^8 \text{Pa}$ の静水圧で成形体を作製した。

[0023] 外形140mm、高さ100mm、肉厚2.0mmのIr(イリジウム)製のつぼ、および、外形100mm、高さ110mm、肉厚1.0mmのIr製円筒管を用意し、前記つぼの中心軸に一致するように前記円筒管を挿入した。この組合せられたつぼ(以下、「二重つぼ」という。)内に前記成形体を充填し、高周波誘導加熱によりつぼを加熱して、融液を作製した。融液の温度を所定の温度で安定化した後、長手方向が[010]軸と平行になるように切り出したタンタル酸リチウム単結晶を種結晶として二重つぼ法(特開平13-287999号公報)により結晶を育成した。

[0024] 育成結晶は、直胴部直径が50mmとなるように、単結晶育成開始直後から直径自

動制御システムを用いて育成した。

原料融液の $\text{Li}_2\text{O}_3 / (\text{Li}_2\text{O}_3 + \text{Ta}_2\text{O}_5)$ のモル分率を54.5–55.5mol%とし、るつぼを二重構造として内側のるつぼから目的とした組成のタンタル酸リチウム単結晶を引き上げ、引き上げている単結晶の重量を逐次測定しながら、単位時間あたりの重量(重量成長速度)を求め、その重量速度で育成単結晶と同じ組成、具体的には $\text{Li}_2\text{O}_3 / \text{Ta}_2\text{O}_5$ のモル分率が0.975以上0.982以下の範囲の組成に調整した原料を外るつぼと内るつぼの間に連続的に投入し、結晶組成を精密に制御することによって、複屈折量が目的範囲内にある単結晶を育成した。

一定時間種結晶を定速度で引き上げながら熔融原料を固化させた後、所定の位置まで単結晶を上昇させ、20時間かけて冷却した。

[0025] 得られた単結晶の[001]軸方向に対向して、単結晶をプラチナ板で挟み、抵抗加熱炉の中に設置した。これを750°Cまで昇温し、十分保持した後、プラチナ板を電極として、直流0.5mA/cm²の電流密度で電気を流しながら、20°C/hの速度で室温まで徐冷した。

[0026] 得られた単結晶のキュリー温度を、前記した示差熱分析法(SEIKO製 TG-DTA装置を使用)、測定条件にて求めたところ、661.5°Cであり、この値を検量線に照らし合わせるにより、酸化リチウムと酸化タンタルとのモル組成比率を求めると、モル組成比率は0.980であった。

[0027] この単結晶を機械的手法で切断し、b軸に垂直な面を有するウェハー(Yカットウェハー)とし、研磨剤を用いて物理的な方法でウェハー両面を鏡面研磨し、厚さ0.5mmに仕上げ、本発明に係る試料を得た。

この試料につき、直線透過率および屈折率を測定した。

[0028] 屈折率の測定は、Metricon社のプリズムカプラー式屈折率測定装置を用い、ウェハー両面について波長632.8nmにおける屈折率を測定した。

なお、本装置の測定精度は±0.0001であり、測定分解能は±0.00008である。

その結果、常光の屈折率 n_o は 2.1770 ± 0.0002 であった。異常光の屈折率 n_e は n_o に対し、測定装置の分解能以内、即ち、 $\Delta n = |n_o - n_e| \leq 0.0002$ で一致し、光学的に等方な材料であることがわかった。

その結果を図2に示す。

- [0029] 直線透過率は、島津製作所製分光光度計(UV-200S)を用い、測定波長が200nm〜1700nmの範囲で行なった。直線透過率は、吸収端が260nm程度であり、300nm以上の波長領域では、吸収係数が 0.5cm^{-1} であることがわかった。

その結果を図3に示す。

- [0030] 前記試料から直径20mmの円板試料を切りだし、該試料を、前面曲率50mm、後面曲率無限大の平凸レンズに加工した。このものの焦点距離を測定したところ、焦点距離は42mmであった(図4に示す)。

比較のため、光学ガラス材料BK-7(ショット社 硼珪酸クラウンガラス、 $n=1.51$)から焦点距離が42mmの平凸レンズを作製したところ、前面曲率は23mmであった(図5に示す)。

このことから、本光学用材料はガラスに比較して薄型化を図ることができる。

- [0031] (実施例2)

図6に示すような凸レンズ2が本発明の材料からなり、凸レンズ2のみから構成されるリレーレンズ1(各凸レンズ間は空気となる)、凸レンズ2と柱状レンズ4を図7のように配置し、凸レンズ2及び柱状レンズ4部分がガラス(BK-7、 $n=1.51$)からなるロッドレンズリレー3、および凸レンズ2と柱状レンズ4とを図7のように配置し、凸レンズ2及び柱状レンズ4部分が本発明の材料からなるロッドレンズリレー3について、それぞれ光学系のNA、および明るさを比較した。なお、NAとは像が入る有効径(開口径)を示す。また、図中の矢印は物体を示し、レンズの結像作用により像が反転していることを示す。

なお、表1においては、図6に示す凸レンズ2のみから構成されるリレーレンズ1を基準として、ガラス及び本発明材料を用いたロッドレンズリレー3の相対的数値を示す。

- [0032] [表1]

| | 光路長 | NA | 明るさ |
|---------------|-----|-----|-----|
| 凸レンズのみのリレーレンズ | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| ガラス(BK-7) | 0.6 | 1.5 | 2.3 |
| 本材料 | 0.5 | 2.2 | 4.8 |

[0033] 表1に示されているように、本発明材料を柱状レンズ4用材料として使用することにより、凸レンズ2のみを用いた通常のリレーレンズ1に比較して光路長 L が短縮できることから、NAが増大し、その結果、屈折率に比例して明るくなることが判る。これによりレンズの有効径を小さくでき、例えば、内視鏡においては、内視鏡径を小さくできることから、操作容易で、被験者の負担を軽減できる内視鏡を提供することが可能となる。さらに、同じ光学系を2系統配置させることが容易となるため、ステレオ光学系の構成が可能となり、より詳細な立体画像を観察することが可能となる。

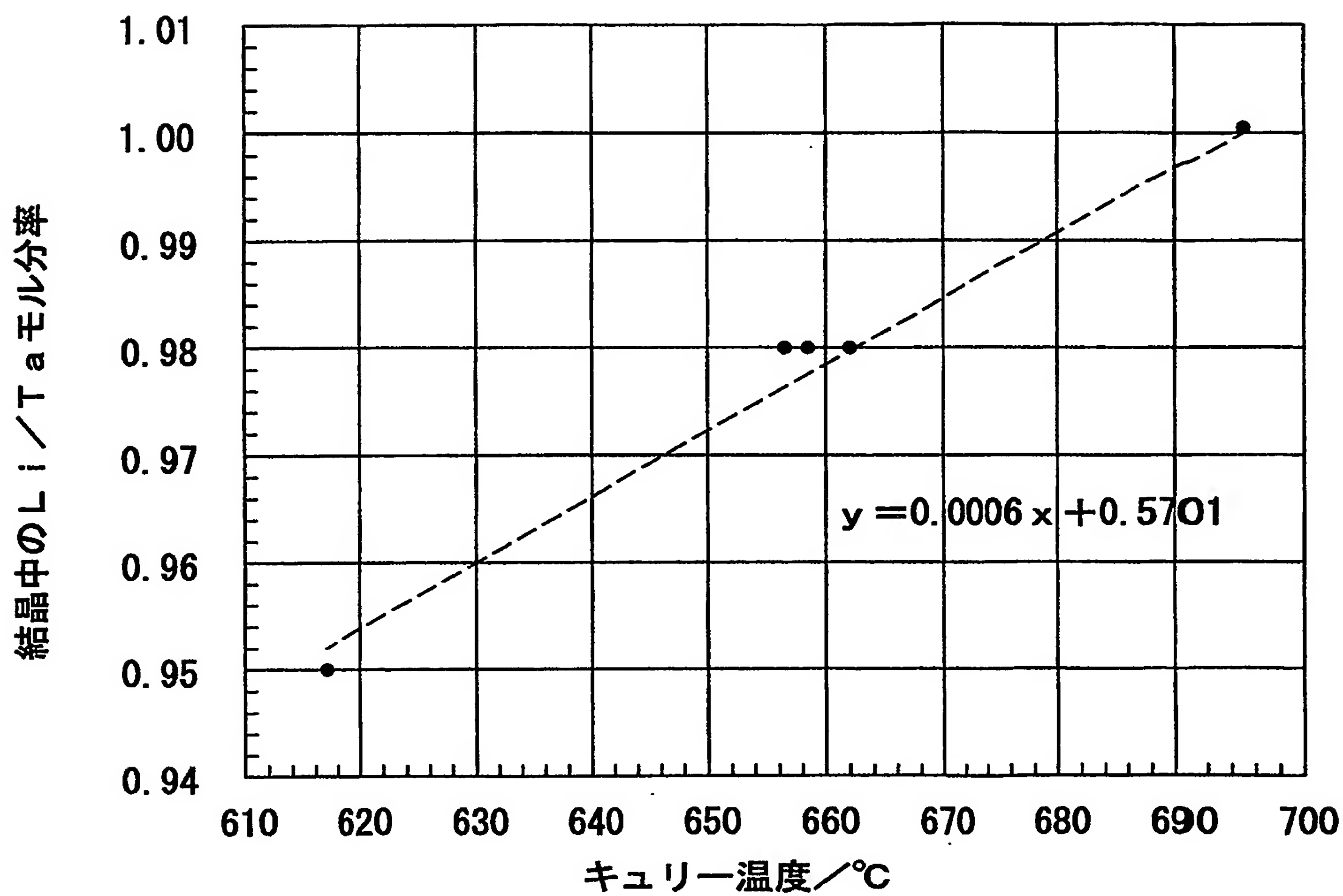
産業上の利用可能性

[0034] この発明にかかる光学用材料は、レンズという用途に、該レンズは光学電子部品に適用できる。

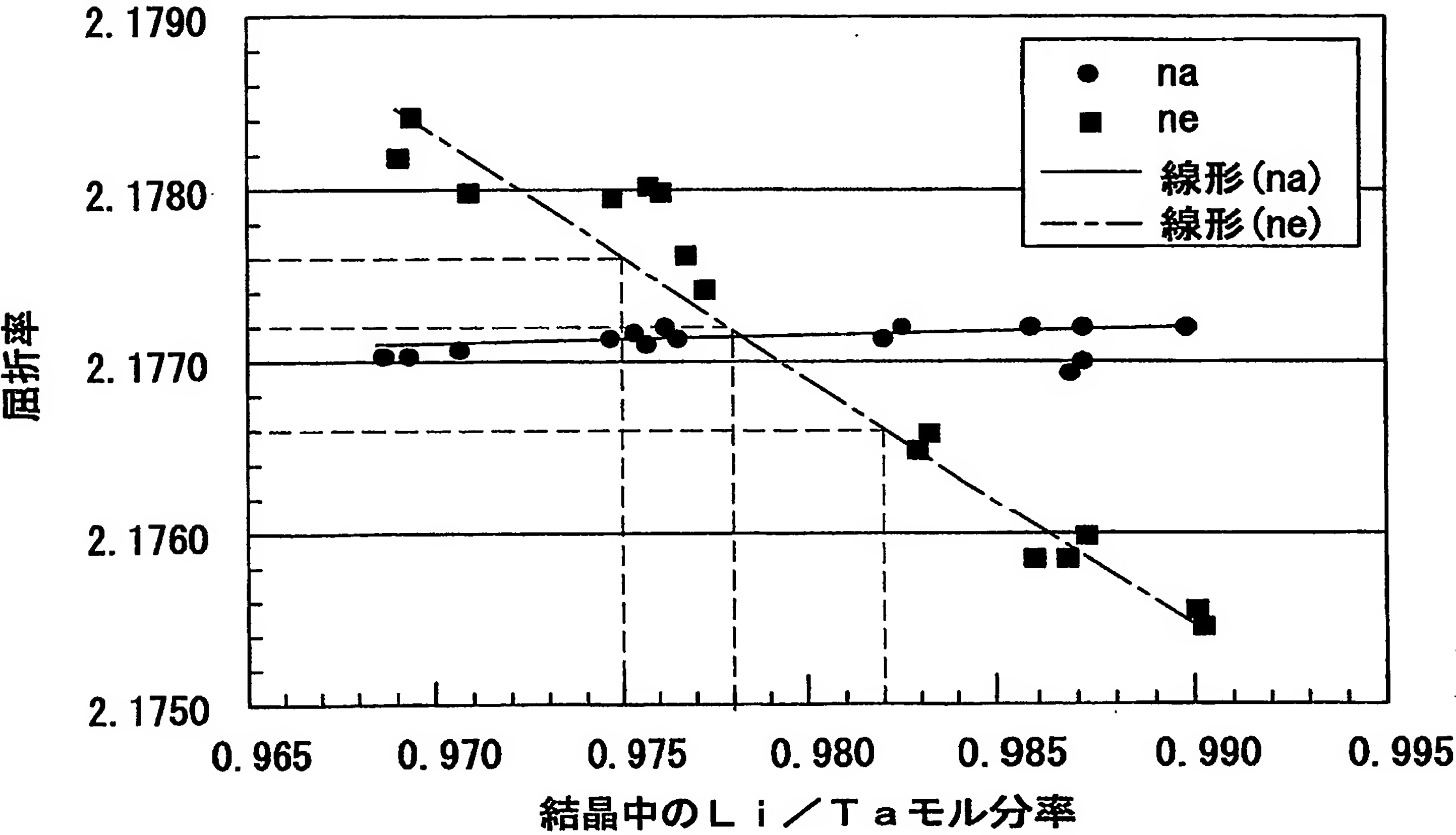
請求の範囲

- [1] タンタル酸リチウムであって、該タンタル酸リチウムにおける酸化リチウムと酸化タンタルのモル組成比率 ($\text{Li}_2\text{O} / \text{Ta}_2\text{O}_5$) が0.975以上0.982以下であることを特徴とする、光学用材料。
- [2] 請求項1に記載の光学用材料で形成されたことを特徴とする、光学電子部品。
- [3] 請求項1に記載の光学用材料で形成された光学電子部品を含むことを特徴とする、光学電子装置。

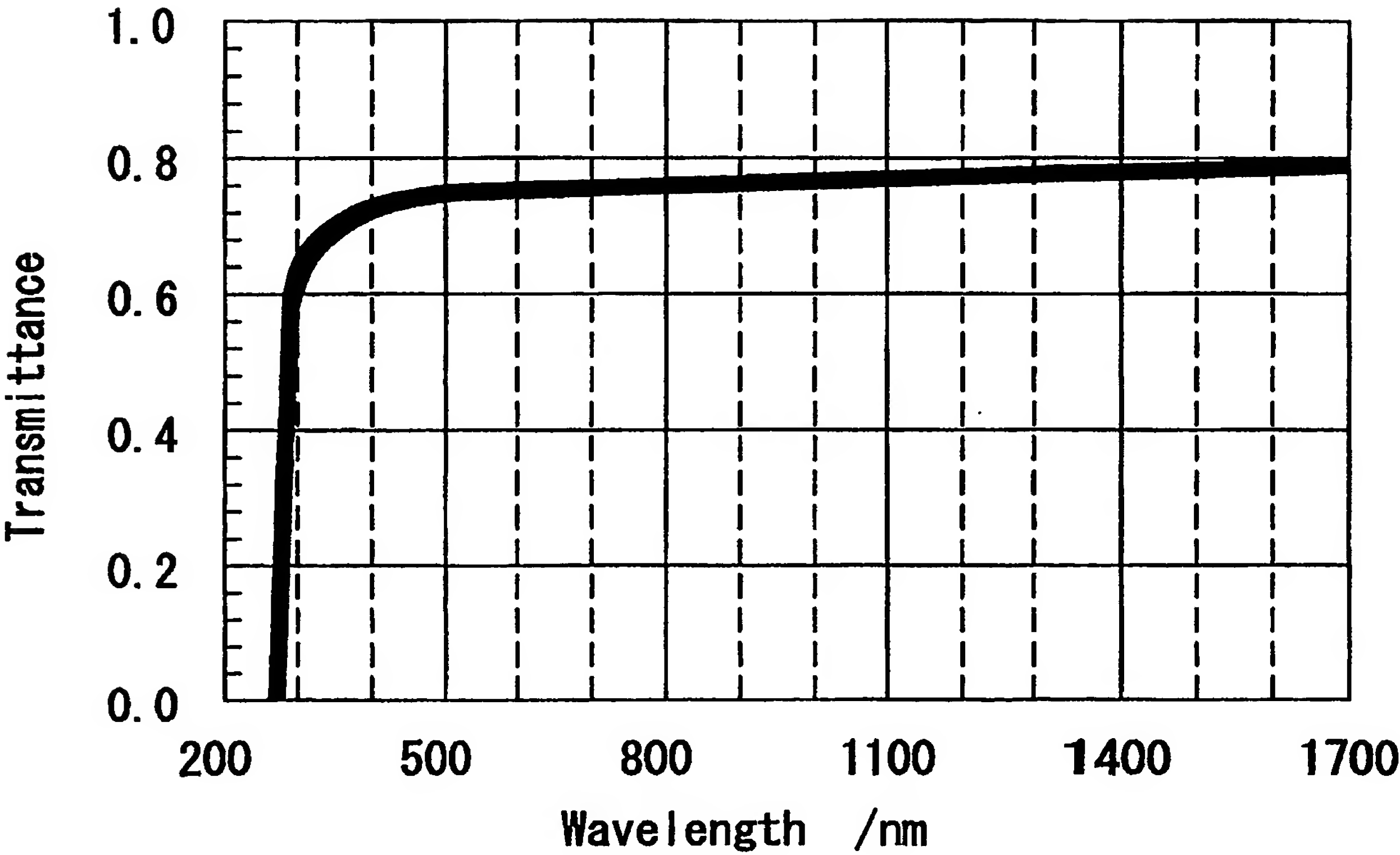
【図 1】



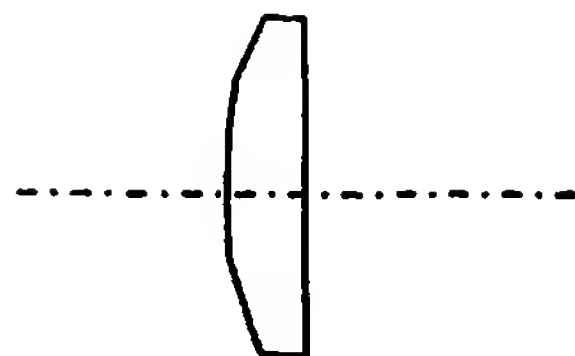
【図 2】



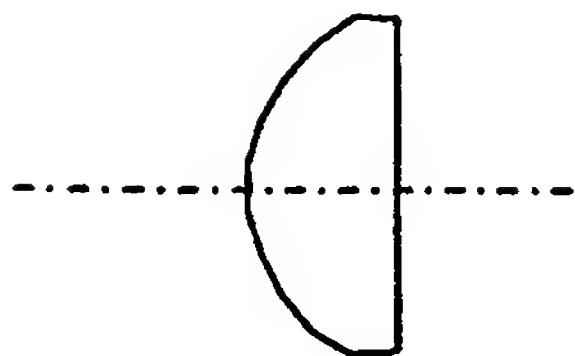
【図 3】



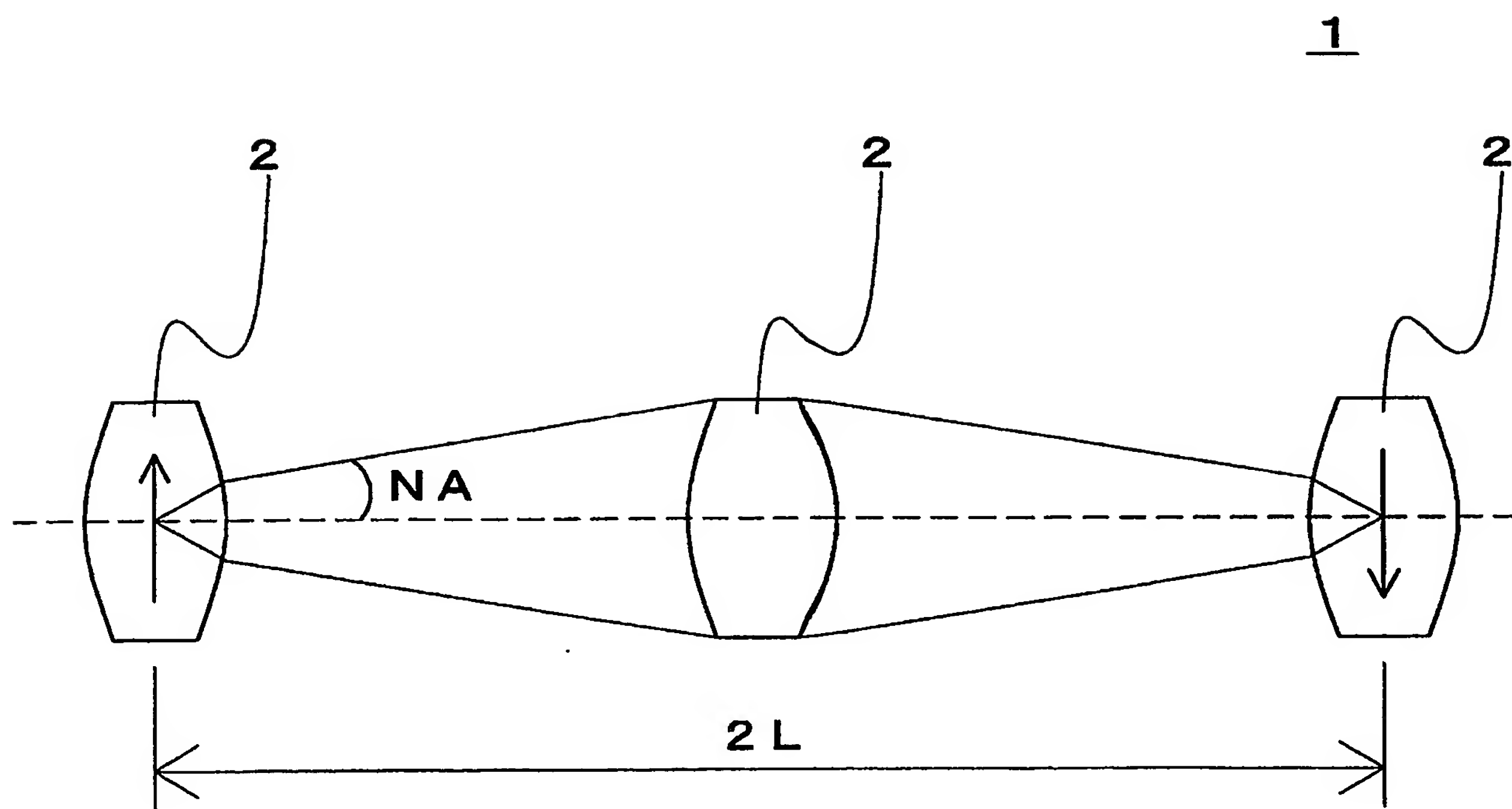
[図4]



[図5]



【図6】



【図 7】

